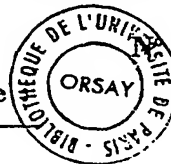


# BREVET D'INVENTION

P.V. n° 29.153

Classification internationale



1.459.895

B 22 f

**Procédé de fabrication de feuillards métalliques et feuillards métalliques ainsi obtenus.**

Société dite : KENNECOTT COPPER CORPORATION résidant aux États-Unis d'Amérique.

**Demandé le 23 août 1965, à 15<sup>h</sup> 22<sup>m</sup>, à Paris.**

Délivré par arrêté du 17 octobre 1966.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 48 du 25 novembre 1966.)

La présente invention concerne la fabrication de feuillards ou analogues métalliques faits à partir d'une poudre métallique, de préférence selon un procédé continu.

L'invention est applicable plus particulièrement à la fabrication de rubans de cuivre de faible épaisseur à partir d'une poudre de cuivre. L'invention peut être appliquée également, de façon avantageuse, à la fabrication de feuillards, de bandes, ainsi qu'au revêtement d'un métal par un autre métal.

La poudre métallique peut être dans un état de division convenable quelconque, réalisée par exemple par broyage ou par précipitation. Les termes « bande » et « feuillard » sont utilisés ici de façon interchangeable, tous deux se référant à un article essentiellement bidimensionnel.

On a déjà proposé de compresser de la poudre métallique pour l'amener sous forme de plaques ou analogues, d'opérer un frittage de cette poudre, mise sous forme de plaques, en atmosphère réductrice et enfin, de laminier à chaud les plaques frittées. Cette technique n'est pas satisfaisante et n'est pas intéressante du point de vue économique pour la production de feuillards métalliques.

On a également proposé de mélanger la poudre métallique avec divers liants organiques, tels que des liquides volatils, de réaliser, à partir de ce mélange, des articles présentant des formes diverses, de chauffer lesdits articles pour évaporer le liquide, soumettre ces articles à un frittage et les usiner pour leur donner les formes désirées. Bien que de nombreux articles et de nombreux brevets aient été publiés sur ce sujet, ce genre de technique n'a eu qu'un succès limité. C'est ainsi par exemple, qu'aucun procédé donnant satisfaction sur le plan commercial, n'a été mis au point pour fabriquer des feuillards métalliques ou des bandes métalliques à partir de métaux cuivreux (ce terme étant utilisé pour désigner des alliages contenant du cuivre dans une proportion importante).

Le procédé selon la présente invention peut être utilisé pour la fabrication d'articles plats ou laminés

à partir de métaux divers, tels que par exemple, le cuivre, le nickel, le tungstène, le fer, le laiton et le zinc et à partir d'alliages de cuivre et de nickel et d'alliages de cuivre et de zinc. L'invention est particulièrement applicable au cuivre et aux métaux cuivreux ainsi qu'à la fabrication de bandes ou rubans relativement fins à partir de ces métaux, mais les caractéristiques générales du procédé sont applicables aux autres métaux et aux autres alliages métalliques.

Le procédé conforme à l'invention pour la fabrication d'un feuillard métallique à partir d'une poudre métallique est remarquable notamment en ce qu'il consiste à former sur une surface plane une couche mince, homogène, d'épaisseur uniforme d'une boue ou bouillie contenant un métal sous forme de poudre et une solution liquide constituée par un liant plastique, disparaissant sous l'effet de la chaleur, en solution dans un solvant volatil, la proportion de liant dans la bouillie précitée étant faible, mais suffisante pour rendre le feuillard autoportant, à chauffer la couche pour évaporer le solvant et à former un feuillard de plastique et de poudre métallique homogène et autoportant puis à chauffer ce feuillard en atmosphère non oxydante, à une température voisine du point de fusion du métal, de façon à évaporer le liant plastique et fritter les particules du métal du feuillard métallique. Il est important que le liant plastique devienne fluide lorsqu'il est dissous dans le solvant, puis devienne résistant et de préférence souple, lorsque le solvant est éliminé, et qu'il se décompose, par exemple par dépolymérisation, lorsqu'il est chauffé. La bouillie peut être appliquée sur une courroie ou sur une surface équivalente par étalement, moulage ou extrusion sous forme d'un feuillard ou d'une bande. Le chauffage permet d'évaporer le solvant pour former une feuille de poudre métallique très résistante liée avec le liant plastique et qui peut être transportée et manipulée au stade opérationnel suivant. La feuille métallique séchée est si résistante et solide qu'elle peut être mise sous

forme d'un rouleau qui peut être manipulé et transporté en vue d'une opération ultérieure.

Selon une variante du procédé, la feuille séchée à la suite de l'évaporation du solvant, est pré laminée pour augmenter sa densité et la cohésion de ses particules. La feuille de métal et de liant plastique, avec ou sans pré laminage, subit une opération de frittage pour enlever le liant plastique et pour fritter les particules métalliques de façon à ce qu'elles forment une feuille continue et homogène, quoique poreuse, qui peut, à ce stade, être utile pour certaines applications. La feuille frittée peut être laminée directement à froid ou à chaud sous forme d'une feuille métallique dense que l'on peut utiliser comme feuillard métallique commercial. On peut fabriquer des bandes ou rubans métalliques d'une façon identique.

Le mélange liquide solvant-liant plastique doit être fait de préférence, d'un solvant qui n'est pas réactif avec le métal et le liant plastique, que l'on puisse évaporer facilement par chauffage et qui soit peu coûteux, tandis que le liant plastique doit, lorsqu'il est dissous dans le solvant, donner un produit de consistance fluide, il doit avoir de bonnes propriétés de liaison et être susceptible de disparaître sous l'effet de la chaleur, ce qui signifie qu'il doit disparaître lorsqu'on le chauffe, sans laisser de dépôt de charbon ou de dépôts susceptibles d'entraîner une contamination. Le mélange solvant-liant plastique doit être capable de maintenir en suspension une concentration élevée de poudre métallique et être suffisamment visqueux pour que la poudre ne se dépose pas. Les propriétés de la poudre métallique et les propriétés de viscosité du liquide ont pour conséquence que la bouillie peut être appliquée par étalement, sous forme d'une couche uniforme, sur une surface mobile ou peut être extrudée par une fente d'extrusion sur une surface se déplaçant de façon continue, telle que la surface d'une courroie. Ceci constitue un élément important du procédé car la formation d'une feuille ou couche continue, de dimensions uniformes, de la bouillie constituée par le solvant, le liant plastique et la poudre métallique, est nécessaire pour constituer un feuillard ou une bande de cuivre fini qui soit uniforme. Il est avantageux d'utiliser un liant plastique qui est soluble dans des solvants que l'on peut volatiliser facilement et qui se décomposent sans laisser de résidus sur la poudre de cuivre ou dans cette poudre après frittage. Il est hautement avantageux, du point de vue économique et du point de vue du processus de traitement, d'utiliser des quantités les plus faibles possibles de solvant et de liant plastique et, sous ce rapport, l'invention apporte des avantages importants. On a constaté qu'une poudre dont les particules ont une dimension moyenne de 7 microns était très efficace.

Il est nécessaire que le liant plastique puisse

être éliminé de la feuille constituée par le liant et le métal d'une manière non toxique pour donner la feuille métallique finale. On a constaté que la paraformaldéhyde, le polystyrène et le polyisobutylène (un tel produit est vendu sous le nom commercial de « Vistanex ») se décomposent lorsqu'on les chauffe sans laisser de résidu dans le métal. Le polystyrène et le polyisobutylène se décomposent facilement en donnant des produits volatils lorsqu'on les chauffe simplement dans un four de frittage par exemple, à une température supérieure à 371 °C environ en atmosphère non oxydante, par exemple dans un gaz de recuit (7 % de H<sub>2</sub>, 93 % de N<sub>2</sub>) ou dans l'hydrogène. La décomposition de tels polymères ne donne pas de résidu carbonique ni de produits contenant du carbone.

Le solvant du liant plastique doit pouvoir être éliminé par chauffage et par évaporation et il ne doit pas être réactif avec le métal. Des solvants convenables sont constitués par l'alcool, le benzène, le toluène, le xylène, le naphtha, l'essence blanche, les hydrocarbures paraffiniques (hexane, heptane, etc.) ou corps analogues. On réalise le liquide solvant-liant plastique en dissolvant le liant plastique dans une quantité telle de solvant que le liquide présente, à la température normale, la viscosité nécessaire pour pouvoir former, avec la poudre métallique, la bouillie désirée. Il est nécessaire que le mélange constitué par le liant plastique, le solvant et le métal, ait une viscosité et des caractéristiques physiques telles que la poudre métallique soit suffisamment stable en suspension pour permettre la formation d'une bouillie sensiblement homogène et qui demeure homogène pendant un temps suffisamment long et que cette bouillie puisse être étalée ou extrudée mise, d'une autre façon convenable, sous forme d'une couche ou feuille. La viscosité (ou la consistance) d'une solution de matière plastique est influencée par le poids moléculaire du polymère, par le solvant, par les antécédents de la solution y compris la proportion de produits visqueux qu'elle contient, aussi bien que par les variables normales telles que la composition et la température. En général, plus le poids moléculaire du polymère est élevé, plus faible est la quantité que l'on doit utiliser.

Une composition solvant-liant plastique particulièrement efficace est constituée d'une part de polyisobutylène ayant un poids moléculaire moyen compris entre 200 000 et 300 000, dissous dans 20 à 25 parts environ en poids de naphtha. Une composition solvant-liant plastique de cette nature peut donner un produit contenant environ 120 parties en poids de poudre métallique dont les particules ont une dimension moyenne de 7 microns environ, par part en poids de polyisobutylène.

La poudre métallique peut être fabriquée de toute façon convenable, par exemple par précipita-

tion électrolytique, par atomisation à l'air, par broyage, ou elle peut être simplement achetée dans le commerce. Les dimensions des particules métalliques peuvent varier de préférence, de 1 à 100 microns. Une gamme préférentielle de particules comprend les particules comprises entre 5 et 44 microns.

On a constaté que si la poudre métallique est dans un état de subdivision trop poussé et présente par exemple des dimensions moyennes inférieures à 1 micron, il est nécessaire d'utiliser une quantité exagérée de solvant et de liant plastique et il est difficile de former des couches du mélange poudre métallique-liant plastique qui ait une épaisseur supérieure à 0,43 mm environ. On a trouvé qu'une poudre de cuivre dont les particules ont des dimensions moyennes de 6,9 microns et une densité apparente de 2,98 g/cm<sup>3</sup> peut être efficace. On a constaté qu'une poudre de cuivre dont les particules ont des dimensions moyennes de 13,5 microns et une densité apparente de 3,3 g/cm<sup>3</sup> était particulièrement efficace et permettait d'employer jusqu'à 130 parties de cuivre, une partie de liant plastique et 18,8 parties de naphta.

Lorsque l'on applique le procédé selon l'invention, pour la fabrication continue d'un feuillard métallique ou d'une bande métallique dans lequel la boue constituée par le liant plastique, la poudre métallique et le solvant, est extrudée, moulée ou étalée sur une courroie en mouvement, le solvant évaporé, la couche liant plastique-poudre métallique enlevée et transférée sur une courroie de frittage, la couche liant plastique-poudre métallique doit pouvoir être séparée de la courroie. On a trouvé que certaines quantités de polystyrène et de polyisobutylène, certaines quantités de poudre métallique et certaines combinaisons de métal, de liant plastique et de solvant, permettent d'obtenir une couche liant plastique-métal qui colle de façon tenace à la courroie métallique sous-jacente. Le polyisobutylène qui a un poids moléculaire moyen compris entre 200 000 et 300 000 environ convient parfaitement bien pour donner une couche liant plastique-métal qui peut être enlevée facilement de la courroie.

Un avantage important qu'il y a à utiliser un rapport métal/liant plastique élevé est que ce rapport élevé contribue à éliminer l'adhérence à la courroie.

Une caractéristique surprenante d'une couche sèche (le solvant étant évaporé) et homogène constituée de liant plastique et de métal, couche qui a été prélaminiée, est qu'elle est suffisamment résistante pour pouvoir être tirée, en raison de sa solidité, dans une enceinte chauffante afin d'éliminer le liant plastique et d'effectuer le frittage des particules métalliques.

On décrira ci-après un mode de réalisation préférentiel de l'invention pour la fabrication continue d'un feuillard ou d'une bande de cuivre mince, en

se référant aux dessins annexés qui montrent, de façon schématisée, une installation pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

En se référant au dessin annexé, on voit qu'un récipient de mélange sous vide 10, en acier inoxydable, est muni d'un agitateur 12, d'un orifice d'entrée 14 pour le liant liquide, d'un orifice d'entrée 16 pour la poudre métallique, et d'une sortie reliée à une pompe 18. Un conduit relié à la pompe et muni d'une valve 20 aboutit à une masselotte 22 qui est placée au-dessus d'une courroie métallique sans fin 24, laquelle se déplace sur des rouleaux 26. La courroie 24 a une surface extérieure lisse et peut être faite en acier inoxydable ou en un alliage cuivre-nickel. La masselotte 22 comporte un orifice 28 en forme de fente dont la largeur peut être réglée entre 0,25 et 3,1 mm pour permettre l'étalement d'une bouillie sur la courroie 24. La courroie passe dans un four de vaporisation 30 muni d'éléments chauffants infra-rouges 32 et d'une sortie 34 pour les vapeurs du solvant.

Une paire de rouleaux froids 36 sont prévus entre le four 30 et le four de frittage 36, rouleaux entre lesquels passe une autre courroie métallique sans fin 40 qui se déplace sur des rouleaux 42. Le four 38 est muni d'unités chauffantes électriques 44 placées au-dessus et au-dessous de la trajectoire supérieure de la courroie 40 et il est muni d'entrées 46 pour le passage d'un gaz réducteur et d'un orifice 48 d'évacuation des gaz. (Au lieu d'éléments chauffants électriques 44, on peut utiliser des gaz chauds passant dans des tubes étanches). En arrière du four 38 sont prévus une paire de rouleaux de pression 50, un refroidisseur 52 et un enrouleur 54.

L'emploi de cette installation est le suivant : une poudre de cuivre dont les particules ont de préférence des dimensions moyennes comprises entre 6 et 15 microns, est mélangée dans un mélangeur 10, avec une solution de polyisobutylène (poids moléculaire moyen 200 000 à 300 000) dissous dans du naphta, dans une proportion convenable quelconque telle qu'indiqué dans les exemples suivants et le mélange qui en résulte est agité sous vide pour éliminer les gaz dissous, pendant trente minutes environ.

La bouillie ainsi agitée et dégazée est amenée par la pompe dans la masselotte 22 d'où elle est étalée, de façon continue, sur la face lisse de la courroie mobile 24 pour donner une couche uniforme de bouillie 29. La courroie et la bouillie traversent le four 30 dans lequel le solvant est évaporé par les organes de chauffage 32. Les vapeurs de solvant sont éliminées par l'orifice de sortie 34 et peuvent être récupérées si on le désire.

La couche homogène et sèche 37 de cuivre et de liant plastique est séparée de la courroie 24 et passe entre les rouleaux à froid 36 qui effectuent un pré-laminage qui augmente la densité et la solidité de

ladite couche. La couche laminée 39 passe ensuite, de façon continue, sur la courroie convoyeuse 40. La vitesse des rouleaux 42 est commandée de façon à synchroniser la vitesse de la courroie 40 avec celle de la couche 39. La chaleur du four 38 décompose le liant plastique et les produits de décomposition sont éliminés par l'orifice d'évacuation 48. Un courant continu de gaz réducteur, par exemple un mélange d'azote et d'hydrogène, passe dans le four 38 en traversant les orifices d'entrée 46 et en sort par l'orifice 48, de façon à maintenir une atmosphère non oxydante. La température à l'extrémité de décharge du four doit être proche du point de fusion du cuivre, c'est-à-dire de 1030 °C environ, de façon que les particules de cuivre s'agglomèrent les unes avec les autres, de façon à donner une couche homogène.

La couche de cuivre frittée résultante 49 peut être utilisée telle quelle. Il est préférable cependant, de la soumettre à un traitement ultérieur en la laminant à chaud entre les rouleaux 50, puis de la refroidir dans un refroidisseur 52 avant de l'exposer à l'atmosphère, de façon à éliminer le risque d'oxydation. La couche frittée peut être également laminée à froid, ceci dépendant des propriétés métalliques que l'on désire obtenir. La couche laminée 53 est ensuite enroulée sur l'enrouleur 54.

L'invention peut également être réalisée de façon à combiner des couches métalliques de différentes façons.

Selon un premier mode de réalisation, on superpose deux ou plusieurs feuilles séchées ou homogènes 37 faites d'un mélange de liant plastique et de métal, ces feuilles étant faites d'un même métal ou de métaux différents, on les lamine de façon à donner une feuille unique, on les soumet ensuite à une opération de frittage et on les lamine à nouveau ensemble. On obtient ainsi, une feuille unique homogène et épaisse ou une feuille composite qui peut être laminée pour être ramencée à une feuille de faible épaisseur si on le désire.

Selon un second mode de réalisation, un feuillard métallique réalisé préalablement par tout procédé convenable (un métal obtenu par un procédé usuel, par exemple de l'acier nettoyé, ayant une épaisseur de 1,25 mm environ ou une feuille formée préalablement par le procédé selon l'invention) est muni d'un revêtement selon le procédé conforme à l'invention. Le feuillard ou feuille métallique préalablement fabriqué, est débité par un rouleau et la bouillie 29 peut y être appliquée directement et évaporée au contact de cette feuille ou feuillard. On peut également faire évaporer la bouillie de façon à former la feuille homogène faite du mélange liant plastique-métal 37 ou la feuille laminée liant plastique-métal 39 avant qu'elle soit entrée en contact avec le feuillard ou la feuille préalablement formée. On exécute ensuite le laminage et le frittage comme

décrit précédemment. On obtient ainsi un feuillard d'acier recouvert de cuivre.

Les exemples qui suivent illustrent la fabrication continue de feuillets de cuivre d'une façon plus détaillée.

*Exemple 1.* — On utilise de la poudre de cuivre dont les particules ont une dimension moyenne de 6,9 microns, déterminée par un procédé de perméabilité à l'air, une densité apparente de 2,98 g/cm<sup>3</sup> et contenant 0,5 % d'oxygène pour constituer une bouillie contenant :

Poudre de cuivre : 120 parties en poids;

Résine de polyisobutylène (Vistanex L-300) : 1 partie en poids;

Naphta : 23 parties en poids.

On étend cette bouillie sur une courroie en mouvement selon plusieurs couches séparées, chaque couche ayant une épaisseur comprise entre 0,25 mm et 1,75 mm. Une couche ayant une épaisseur située dans les valeurs les plus basses de cette gamme, c'est-à-dire comprise entre 0,25 mm et 0,50 mm, a été séchée à une vitesse de 3,05 m par minute environ, dans un four de vaporisation ayant une longueur de 4,57 m environ et à une température de 400 °C. Un ruban plastique plus épais, ayant une épaisseur uniforme située dans la gamme comprise entre 1,50 mm et 1,75 mm, exigeait une vitesse plus lente, environ 1,22 m par minute, dans un four ayant une température de 480 °C. La densité moyenne de ces rubans plastiques séchés était de 3 g/cm<sup>3</sup> environ, c'est-à-dire 36,5 % de la densité théorique de 8,21 g/cm<sup>3</sup> de la bouillie mentionnée séchée.

*Exemple 2.* — On a utilisé une poudre de cuivre dont les particules ont une dimension moyenne de 0,7 micron, une densité apparente de 0,63 g/cm<sup>3</sup> et contenant 1,38 % d'oxygène pour constituer une bouillie comprenant :

Poudre de cuivre : 40 parties en poids;

Résine de polyisobutylène (Vistanex L-300) : 1 partie en poids;

Naphta : 27,5 parties en poids.

On a constaté que cette bouillie ne pouvait être étendue que dans une gamme limitée d'épaisseurs comprise entre 0,25 mm et 0,43 mm. Pour une épaisseur supérieure à 0,43 mm, les craquelures et le retrait étaient si importants que la qualité de la bande ou feuille plastique était très mauvaise. Le ruban brut, c'est-à-dire tel qu'étalé, avait une densité moyenne de 1,9 g/cm<sup>3</sup>, c'est-à-dire une densité de 26 % par rapport à la densité théorique de 7,34 g/cm<sup>3</sup> de la bouillie sus-mentionnée.

*Exemple 3.* — On a utilisé une poudre de cuivre identique à celle de l'exemple 2 que l'on a soumise à un traitement à chaud en la calcinant pour augmenter la dimension moyenne des particules et l'amener à 13,5 microns et pour augmenter la densité apparente et l'amener à 3,3 g/cm<sup>3</sup>. La calcination avait

également l'avantage d'assurer l'élimination des matières carboniques parasites qui pouvaient être présentes à l'origine dans la poudre de cuivre telle qu'elle avait été livrée. La poudre calcinée a été utilisée pour former une bouillie contenant :

Poudre de cuivre : 130 parties en poids;

Résine de polyisobutylène (Vistanex L-300) : 1 partie en poids; Naphta : 18,5 parties en poids.

On a étendu sur une courroie en acier inoxydable et sous une épaisseur de 1,75 mm environ, des bouillies contenant des constituants indiqués dans chacun des exemples détaillés sus-mentionnés 1 et 3. On a ensuite évaporé le solvant, enlevé les couches de la courroie précitée, puis on les a soumis à un traitement de frittage dans une atmosphère contenant 6 % d'hydrogène et 94 % d'azote à une température de 1 140 °C, à une vitesse de 1,82 m

par minute environ, dans un four de frittage ayant une longueur de 91 cm environ. Les rubans de cuivre frittés étaient homogènes et avaient une densité moindre que la densité théorique. Ils pouvaient être utilisés comme feuillets de cuivre perméables et pouvaient être laminés à chaud ou à froid pour donner les feuillets de plus grande densité. Les feuillets par exemple, pouvaient être remplis ou couverts d'une résine et être utilisés comme matériaux de couverture.

Des bouillies conformes à l'exemple 1 ont été moulées sous forme de feuilles et, après évaporation du solvant, les feuilles séchées homogènes ont été enlevées, de la courroie en acier inoxydable, ont été prélinées, puis frittées pour donner les résultats consignés dans le tableau suivant :

TABLEAU I

Traitement	Densité	% de la densité théorique	Densité après frittage	% de la densité théorique
	g/cm <sup>3</sup>		g/cm <sup>3</sup>	
Brut d'étalement (1,72 mm).....	3,08	37,2	3,04	34,2
Préliné à 40 % environ .....	4,20	51,1	3,65	40,9
Préliné à 50 % environ .....	4,74	57,8	4,27	48,0
Préliné à 57 % environ .....	5,12	62,3	5,38	60,4
Préliné à 66 % environ .....	6,29	76,6	6,16	69,1
Préliné à 71 % environ .....	7,05	85,8	7,39	82,8
Brut d'étalement (0,3 mm) .....	3,29	40,0	3,33	37,3
Laminé à 58 % après frittage.....	7,59	85,0	—	—
Brut d'étalement (0,75 mm).....	3,11	37,9	—	—
Préliné à 70 % environ .....	—	—	6,57	73,6
Laminé à 30 % après frittage.....	8,85	99,2	—	—
Préliné à 70 % et laminé à froid à 29 % après frittage .....	8,82	98,9	—	—

Le tableau suivant donne des exemples d'autres poudres métalliques et de compositions de bouillies contenant ces poudres; ces bouillies peuvent être utilisées selon des procédés conformes à l'invention, identiques à ceux des exemples précédents.

(Voir tableau II, page suivante)

La technique qui consiste à utiliser une solution d'un liant plastique dans un solvant volatilisable pour y maintenir la poudre métallique en suspension a l'avantage de donner une suspension suffisamment stable, de sorte qu'il n'y a pas de problème de dépôt de la poudre pendant l'application de la bouillie sur la courroie métallique polie. Ceci contribue à l'uniformité dimensionnelle du feuillet ou ruban séché et homogène. De plus, le fait que le feuillet ou ruban séché et homogène peut être

manipulé et peut être enlevé de la courroie polie, permet d'appliquer la boue sur une courroie à faible cycle de température, ce qui permet d'éviter les distorsions et préserve la qualité de la courroie; ceci permet également d'effectuer le frittage sur une autre courroie dont la configuration n'affecte pas, dans des limites de tolérance raisonnable, les dimensions ou l'uniformité du feuillet ou ruban homogène.

Le procédé selon l'invention a l'avantage important de permettre le traitement de bouillies à base de poudres métalliques contenant une forte proportion de métal par rapport au liant plastique et l'avantage d'utiliser des solvants peu coûteux tels que le naphta ou l'essence blanche, ce qui réduit considérablement le coût ainsi que la durée de séchage et de frittage. C'est ainsi par exemple, que par un choix judicieux

TABLEAU II

Exemple N°	Métal	Poudre métallique		Composition de la bouillie		
		Dimension des particules	Densité apparente	Polyiso- butylène	Poudre métallique	Naphta
		$\mu$	$g/cm^3$	(parties en poids)		
IV .....	Nickel	6,0	2,64	1	100	18,5
V .....	Laiton 70-30					
	Prealloy	14,6	2,92	1	100	19,9
VI .....	Laiton 70-30					
	Alliage Cu-Zn	7,0	3,12	1	122	17,7
VII .....	Fer	14,2	2,54	1	120	15,7
VIII .....	Tungstène	0,9	3,24	1	107,5	17,3

de la dimension des particules de la poudre de cuivre, et en employant un minimum de liant plastique, il est possible de prélaminer la feuille sèche jusqu'à la réduire de 75 % environ en épaisseur et de réaliser un feuillard fritté ayant une densité qui est de 82 % de la densité théorique du cuivre obtenu par une méthode ordinaire. Lorsque la feuille séchée et homogène est pré laminée pour être réduite de 75 % environ, elle est suffisamment résistante et solide pour pouvoir être tirée dans le four de frittage. Lorsque l'on traite les feuilles pré laminées, le temps de frittage peut être encore réduit par l'élimination de la courroie transporteuse dans le four de frittage.

La quantité de liant plastique utilisé doit être aussi basse que possible pour les raisons qui ont été indiquées. On utilise de préférence, juste assez de liant plastique pour former une feuille séchée et homogène qui supporte son propre poids sur une longueur de 4,57 m au moins. Ceci est suffisant pour permettre l'enlèvement et le transfert de la feuille séchée et homogène. Cependant, on peut utiliser une quantité plus importante ou plus faible de liant plastique, selon la configuration de l'appareil.

L'invention a de nombreuses applications pour la fabrication continue d'une bande de cuivre fritté ayant une épaisseur de 0,50 mm environ ou moins, qui peut être réduite par laminage à chaud ou à froid, ou par les deux à la fois, à une épaisseur de 0,25 mm ou moins. Un mode préférentiel d'application de l'invention est la production continue d'une bande de cuivre frittée, laminée à chaud, ayant une épaisseur comprise entre 0,15 et 0,20 mm, bande qui est ensuite laminée à froid pour être amenée à des valeurs comprises entre 0,075 et 0,125 mm et dont la densité se rapproche de la densité théorique.

#### RÉSUMÉ

La présente invention a essentiellement pour objets

I. Un procédé de fabrication de feuillards métalliques à partir d'une poudre métallique, remarquable notamment, par les caractéristiques suivantes considérées séparément ou en combinaison :

a. On forme, sur une surface plane, une couche mince et homogène, d'épaisseur uniforme, d'une bouillie contenant la poudre métallique et un liant plastique, fugace à la chaleur, en solution dans un solvant volatil, la proportion de liant plastique dans la bouillie étant faible mais suffisante pour donner une feuille autoportante, on chauffe la couche pour évaporer le solvant, et former une couche autoportante homogène, faite de liant plastique et de poudre métallique, on chauffe ensuite cette feuille en atmosphère non oxydante à une température voisine du point de fusion du métal, de façon à évaporer le liant plastique, puis on fritte les particules métalliques;

b. Le liant plastique est constitué par du polyisobutylène ou du polystyrène;

c. Le liant plastique est un polyisobutylène ayant un poids moléculaire moyen compris entre 200 000 et 300 000, le solvant étant un carbure d'hydrogène;

d. Les particules métalliques ont une dimension moyenne comprise entre 1 et 100 microns;

e. Les particules métalliques ont une dimension moyenne comprise entre 5 et 44 microns;

f. Le métal est du cuivre ou un alliage contenant du cuivre;

g. Le métal est du laiton, un alliage de cuivre et de zinc, un alliage de cuivre et de nickel, du fer, du nickel ou du tungstène;

h. Le poids du métal est supérieur à 130 fois le poids du liant plastique;

i. Le solvant du liant plastique est constitué par du naphta ou de l'essence blanche;

j. La feuille formée de liant plastique et de métal est laminée à froid, pour augmenter sa densité, avant d'être frittée;

k. On lamine la feuille précitée pour réduire son épaisseur de 70 % environ;

l. La feuille frittée est ensuite laminée pour augmenter sa densité et réduire son épaisseur;

m. La feuille frittée est laminée à chaud directement après le frittage, en atmosphère non oxydante;

n. On lamine une feuille de cuivre frittée de façon à donner un feuillard ayant une densité qui est au moins égale à 99 % de la densité du cuivre obtenu par des moyens ordinaires;

o. On étend, de façon continue, la boue précitée, sous forme d'une couche uniforme, sur la surface polie d'une courroie sans fin en mouvement, ladite boue étant amenée, avec ladite courroie, dans une zone de chauffage où le solvant s'évapore, de façon à donner une feuille constituée de liant plastique et de métal;

p. La feuille précitée constituée de liant plastique et de métal est enlevée de ladite courroie après son passage dans ladite zone chauffante et elle passe dans une seconde zone chauffante, dans laquelle le plastique est évaporé et dans laquelle le métal subit un frittage;

q. La feuille formée de liant plastique et de métal traverse la seconde zone chauffante au moyen d'une seconde courroie sans fin mobile;

r. On étend la bouillie précitée sur ladite surface plane sous une épaisseur telle que le feuillard métallique formé ait une épaisseur inférieure à 0,25 mm;

s. La bouillie précitée est faite en mélangeant la poudre métallique avec le liant plastique en solution;

t. Le métal est constitué par de la poudre de cuivre que l'on calcine, avant de l'incorporer à la bouillie précitée, pour augmenter la dimension moyenne de ses particules;

u. La feuille constituée de liant plastique et de poudre métallique, qui est obtenue après évaporation du solvant, est superposée à une autre feuille identique contenant la même poudre métallique ou une autre poudre métallique, les deux feuilles étant laminées ensemble et la feuille unique résultante étant soumise à un chauffage ultérieur;

v. La feuille frittée unique précitée est soumise à un laminage ultérieur pour augmenter sa densité;

w. Dans le cas où l'on désire obtenir le recouvrement d'un feuillard métallique par un autre métal, on étale la couche de boue précitée sur le feuillard à recouvrir, on soumet ledit feuillard et ladite couche de boue à un chauffage, de façon à éliminer le solvant et le liant plastique et on opère un frittage des particules métalliques pour les lier au feuillard métallique à recouvrir;

x. Dans le cas de recouvrement d'un feuillard métallique par un autre métal, on réalise une feuille faite de liant plastique et de poudre métallique, on superpose cette feuille au feuillard métallique à recouvrir et on soumet ledit feuillard et ladite feuille à un chauffage pour éliminer le liant plastique, puis on fritte les particules métalliques pour les lier au feuillard métallique à recouvrir;

y. Après frittage, la feuille précitée est laminée pour augmenter la densité de la couche frittée.

II. A titre de produits industriels nouveaux, les feuillards ou bandes métalliques obtenus par le procédé précité.

Société dite :  
KENNECOTT COPPER CORPORATION

Par procuration :  
Z. WEINSTEIN

N° 1.459.895

Société dite :  
Kennecott Copper Corporation

Pl. unique

